

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2915851号

(45) 発行日 平成11年(1999) 7 月 5 日

(24) 登録日 平成11年(1999) 4 月 16 日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 B 7/216
7/26

H 0 4 B 7/15
7/26

D
N

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-234775

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 7 月 18 日

(65) 公開番号 特開平10-32533

(43) 公開日 平成10年(1998) 2 月 3 日

審査請求日 平成 8 年(1996) 7 月 18 日

(73) 特許権者 000119933

宇宙開発事業団

東京都港区浜松町 2 丁目 4 番 1 号

(72) 発明者 山脇 功次

東京都港区浜松町 2 丁目 4 番 1 号 宇宙

開発事業団内

(74) 代理人 弁理士 最上 健治

審査官 溝本 安展

(56) 参考文献 特開 平 9 - 139703 (J P, A)

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁶, D B 名)

H04B 7/14 - 7/22

H04B 7/24 - 7/26 102

H04Q 7/20 - 7/38

(54) 【発明の名称】 時刻同期型通信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の移動局と複数の中継局と複数の固定局とからなり、通信電波をスペクトル拡散とスペクトル逆拡散を行うことにより、前記中継局を介して前記移動局と前記固定局との間の双方向通信を行う通信システムにおいて、前記固定局は、前記通信システムにおいて共通時刻基準と見なす時刻に同期させることが可能な時刻基準を正確に維持する時刻基準同期維持手段と、前記共通時刻基準に基づいて定められた受信・処理の開始エポック、即ち固定局受信タイミングに同期したスペクトル拡散電波のみを逆拡散して受信・処理する受信・処理手段と、前記中継局を介して前記移動局に対し固定局位置、固定局送信タイミング、前記固定局受信タイミング等の移動局側で移動局送信タイミングを定めるのに必要な固定局回線制御データと固定局から移動局に提供する

一般情報を重畳したスペクトル拡散電波を送信する送信・処理手段とを有し、前記移動局は、前記共通時刻基準に同期して自己の時刻基準を維持する時刻基準同期維持手段と、中継手段として選択した中継局に関する固定局・中継局間距離と中継局・移動局間距離とから算出される移動局・固定局間の電波伝搬時間と自己の受信相手として選択した固定局の前記固定局回線制御データの中の前記固定局送信タイミングとから定まる移動局受信タイミングに同期したスペクトル拡散電波のみを受信・処理する受信・処理手段と、前記移動局・固定局間の電波伝搬時間と自己の送信相手として選択した固定局の前記固定局回線制御データの中の前記固定局受信タイミングとから定まる移動局送信タイミングに同期したスペクトル拡散電波を送信する送信・処理手段とを有し、前記中継局は、不特定の移動局あるいは固定局からのスペクトル

拡散電波を受信して不特定の固定局あるいは移動局に送信する中継手段と、時々刻々の自己の位置を算出するのに必要な中継局軌道データを通報する送信・処理手段を有しており、個々の移動局は、前記移動局受信タイミングを定めることにより、複数の固定局が送信する通信電波の中から特定の固定局通信電波を選択して受信・処理すると共に、前記移動局送信タイミングを定めることにより、複数の中継局及び複数の固定局の中から特定のの中継局及び固定局を選択して移動局通信電波を送信・処理する機能を備えていることを特徴とする時刻同期型通信システム。

【請求項2】 請求項1記載の時刻同期型通信システムにおいて、前記固定局又は移動局の通信電波を中継する前記中継局を省略し、前記移動局・固定局間の電波伝搬時間を移動局・固定局間直線距離のみにより定めて、前記移動局と固定局との間の双方向通信を行うように構成したことを特徴とする時刻同期型通信システム。

【請求項3】 請求項1記載の時刻同期型通信システムにおいて、前記中継局は、前記共通時刻基準に正確に同期して自己の時刻基準を維持する時刻基準同期維持手段と、自己の時刻基準に同期して測距電波を送信することの可能な測距電波送信・処理手段を有し、前記固定局は、前記時刻基準同期維持手段に換えて、複数の中継局からの前記測距電波を受信して前記中継局・固定局間距離の測定と時刻基準の同期化を行う測距・時刻基準同期維持手段を有し、前記移動局は、前記時刻基準同期維持手段に換えて、複数の中継局からの前記測距電波を受信して前記中継局・移動局間距離の測定と時刻基準の同期化を行う測距・時刻基準同期維持手段を有し、前記固定局及び移動局は自立測距・時刻同期機能を具備していることを特徴とする時刻同期型通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、例えば複数の衛星を電波中継手段として、広域に散在する船舶や自動車等の移動無線局と地上固定無線局との双方向通信を行う際の回線接続と受信・処理を、簡易且つ効率的に実施できる時刻同期型通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 本発明は、広域に散在する自動車、船舶、航空機等の移動体の双方向メッセージ通信に対する効率的な通信システムの構築を可能とするもので、特に衛星を中継局とした場合に必要となる通信制御を実現するものであるが、本発明の基礎となっている時刻同期を前提とする通信回線制御方式は、最近の精密クロック技術と精密測距技術の進展に伴い、実現性の高いものとなっている。

【0003】 衛星無線通信技術が進歩して、衛星航法や衛星通信は今や民生化した一般的な技術分野である。例えば、GPS（グローバルポジショニングシステム）衛

星の測距電波を受信・処理すれば、移動局等の高精度な位置の測定や時刻基準の高精度な同期化が容易に行える。したがって、移動体の交通管制、運行管理、捜索救難等の分野では、GPSのような衛星測位システムの利用は自然の成り行きであり、測位と時刻同期の手段は容易に得られるようになっている。

【0004】 一方、移動体の通信手段としては携帯電話やパーソナル無線等の双方向通信手段があるが、海洋を含む広い地域で安価に利用できる移動体通信手段は、今のところ適切なものがない。本発明は、GPS衛星と電波中継が可能な通信衛星を併用することにより原理的に極めて容易に行えるものであり、国際的な電気通信産業の分野で早期に実現可能なものである。

【0005】 次に、本発明に関連する具体的な従来技術について説明する。通信方式において、送信側は送信電波を擬似雑音系列のコードによってスペクトル拡散して送信し、受信側は前記コードを使用して前記受信電波をスペクトル逆拡散する通信方式は、電波干渉や秘匿性に強い方式として、また回線接続方式としてはコード分割多元接続方式（以下CDMAと称する）として、既に広く活用されている技術である。また、割り当てられた時間スロット内に電波を送信して、同一周波数の電波を搬送波として複数のユーザによって同時に利用する通信方式は、時分割多元接続方式（以下TDMAと称する）として成熟した技術となっている。

【0006】 無線通信は、ある周波数の電波を搬送波として、これを送信したいシリアルデータで変調することを原理とする。したがって、シリアルデータの先頭を特定する必要があるが、CDMAではこのシリアルデータよりも高い周波数の擬似雑音系列で変調しているため、まずスペクトル逆拡散により拡散前の信号を再現しなければならない。この逆拡散のとき、送信側のタイミングと同期をとることになるため、米国の開発したGPSでは、複数の衛星から同期して送信された電波をそれぞれスペクトル逆拡散し、その際に抽出される遅延時間を用いて、複数の衛星から送信された複数の電波の到達時間差を求めて、受信点の位置を算出している。このように、CDMAの技術は耐干渉性、秘匿性の要求される通信の分野だけでなく、送信側と受信側との精密時刻同期条件が必要な計測技術の分野においても活用されている。しかし、CDMAは一般に周波数の利用効率が低いと言われており、多数の通信ユーザを対象とする移動体通信にはやや不適切である。

【0007】 一方、TDMAは1本の通信回線の伝送速度が送信側の要求する伝送速度よりも著しく高い場合に有力な多元接続方式であり、1本の通信回線を複数の時間スロットに分割して複数の通信ユーザに割り当て、同一の通信回線を複数のユーザが同時に共用する通信方式である。例えば、送信側を複数の移動局、受信側を1つの固定局として、固定局が各移動局に対して使用するべき

時間スロットを指定するタイミング情報を提供するならば、複数の移動局からの電波は輻輳することなく、時系列でほぼ連続的に受信できる。また、固定局から複数の移動局に向かって時分割でデータを送信すれば、双方向の移動体通信システムの構築が可能となる。したがって、高い伝送速度の通信回線を多数のユーザによって効率的に使用する方法として有効であるが、多数の移動体が1本の無線回線を使用する場合には、ガードタイムの設定、回線の割り当て、通信タイミングの同期等の回線制御における考慮すべき問題が少なくない。

【0008】CDMA及びTDMAの通信技術は、以上述べたような問題点はあるものの、これらは宇宙通信においても容易に活用できる技術であり、特にCDMAは近き将来の衛星を利用した電話回線において、その優れた秘匿性と耐干渉性の故に、大いに活用されるものと予想されている。しかし、各移動局の1度に伝送するデータ量は少ないが、極めて多数の移動局が同時に利用するような低コストで利用できるメッセージ通信システムの構築を前提とした場合、CDMAは相関性の低い多数の擬似雑音系列のコードを準備して、これらを各ユーザに割り当てなければならないことから、装置のコスト、運用の容易性の点で問題が多い。

【0009】また、メッセージ通信の場合、1移動局の回線接続時間が比較的短い場合、移動局からの要求に対応して無線回線を割り当てる従来のデマンドアサイン方式では、回線利用効率が低下する。この問題は、特にTDMA方式の場合に顕著に現れる。即ち、回線の輻輳を避けるために、通常、移動局からまず回線接続を要求し、次に固定局（地上無線局）が回線の割り当てを行うことになるが、情報伝送量の少ないメッセージ通信では、回線接続のための通信時間の全通信時間に占める割合が大きくなる。

【0010】また、衛星を中継局とする移動体通信の場合、移動局は広く散在することになるため、衛星を中継して固定局に到達する移動体送信電波の到達時刻が、電波伝搬距離の相違によって分散する。したがって、通信回線の混信を防ぐためには、時間スロット間のガードタイムを大きく設定しておく必要がある。このように、衛星を利用したメッセージ通信に対しては、従来の通信回線の接続方式はあまり効率的でない。

【0011】また、衛星を用いた双方向通信では、固定局からすべての移動ユーザに対して順次質問（ポーリング）信号を送信し、これに対してユーザが対応するといった多元接続方式も採用されているが、必要に応じて任意に通信を行いたいユーザを多数収容できる通信方式であるとは言い難い。

【0012】衛星を中継手段とする移動体衛星通信のもう一つの問題点は、複数の衛星が天空に配置される場合に生じる。通常、移動局のアンテナは無指向であるため、移動局が送信した電波は、天空にあるすべての衛星

によって受信、中継され、地上の固定局に送信される。したがって、固定局は複数の衛星を経由して到達した電波をすべて受信・処理することになり、固定局の受信・処理装置の規模が大きくなるだけでなく、受信電波の処理が厳しくなる。これは、いろいろなタイミングで混成して到達した非同期の電波から、すべての移動体の送信電波を抽出する必要があるからである。移動局あるいは固定局が増加すれば、この問題による通信システムとしての運用効率の低下は、ますます深刻になるものと予想される。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、スペクトル拡散変調を用いたコード分割多元接続方式（CDMA）は、電波妨害に強い軍用通信や微弱な電波の復調が可能な宇宙通信の方式として、また、時分割多元接続方式（TDMA）は周波数分割多元接続方式（FDMA）と共に、地上通信及び衛星通信において既に成熟した技術として利用されている。しかし、複数の衛星と多数の固定局を無線基地として利用する双方向メッセージ通信の多元接続方式としては、これら既存の通信方式を併用するだけでは効率的な衛星通信システムとはならない。

【0014】本発明は、従来技術の複合化では十分な通信効率とユーザ収容数が達成できないという問題点に着目してなされたものである。また、本発明は、衛星を中継手段とする移動局→衛星→地上固定局の通信において、各固定局の受信・処理負荷を低減すると共に、地上通信網との効率的な結合を意図してなされたもので、多数の移動局が無指向で送信した同一拡散の混成電波を、固定局が拾取選択しつつ受信・処理し、多数のユーザに対する簡易にして効率的な通信回線接続を行えるようにした時刻同期型通信システムを提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1記載の発明は、複数の移動局と複数の中継局と複数の固定局とからなり、通信電波をスペクトル拡散とスペクトル逆拡散を行うことにより、前記中継局を介して前記移動局と前記固定局との間の双方向通信を行う通信システムにおいて、前記固定局は、前記通信システムにおいて共通時刻基準と見なす時刻に同期させることが可能な時刻基準を正確に維持する時刻基準同期維持手段と、前記共通時刻基準に基づいて定められた受信・処理の開始エポック、即ち固定局受信タイミングに同期したスペクトル拡散電波のみを逆拡散して受信・処理する受信・処理手段と、前記中継局を介して前記移動局に対し固定局位置、固定局送信タイミング、前記固定局受信タイミング等の移動局側で移動局送信タイミングを定めるのに必要な固定局回線制御データと固定局から移動局に提供する一般情報を重畳したスペクトル拡散電波を送信する送信・処理手段とを有し、前記移動局は、前記

共通時刻基準に同期して自己の時刻基準を維持する時刻基準同期維持手段と、中継手段として選択した中継局に関する固定局・中継局間距離と中継局・移動局間距離とから算出される移動局・固定局間の電波伝搬時間と自己の受信相手として選択した固定局の前記固定局回線制御データの中の前記固定局送信タイミングとから定まる移動局受信タイミングに同期したスペクトル拡散電波のみを受信・処理する受信・処理手段と、前記移動局・固定局間の電波伝搬時間と自己の送信相手として選択した固定局の前記固定局回線制御データの中の前記固定局受信タイミングとから定まる移動局送信タイミングに同期したスペクトル拡散電波を送信する送信・処理手段とを有し、前記中継局は、不特定の移動局あるいは固定局からのスペクトル拡散電波を受信して不特定の固定局あるいは移動局に送信する中継手段と、時々刻々の自己の位置を算出するのに必要な中継局軌道データを通報する送信・処理手段を有しており、個々の移動局は、前記移動局受信タイミングを定めることにより、複数の固定局が送信する通信電波の中から特定の固定局通信電波を選択して受信・処理すると共に、前記移動局送信タイミングを定めることにより、複数の中継局及び複数の固定局の中から特定の固定局及び中継局を選択して移動局通信電波を送信・処理する機能を備えていることを特徴とするものである。

【0016】CDMAとTDMAを併用して双方の回線接続方式の長所を活用する複合型の通信方式は、まずCDMAで割り当てられた1本の回線を、更にTDMAによって複数のユーザが共用する方式である。例えば、1ユーザの1回のデータ伝送量を1Kbits程度、コード分割の1回線のデータ伝送速度を5Kbps程度とすれば、時間スロット間隔を0.2秒間程度としたTDMAにより、1回線を約3千人のユーザが平均10分に1回の頻度でアクセスできることになる。更に、500種類の拡散コードが準備されれば、1ユーザが平均1時間に1回の頻度のアクセスの場合で約900万のユーザを収容できることになる。したがって、CDMAとTDMAの併用であっても伝送量の少ないメッセージ通信であれば、極めて多数のユーザを収容できる通信システムの構築が可能である。

【0017】しかし、上述の如き単なるCDMAとTDMAの併用だけでは、衛星を中継手段とする移動体衛星通信システムの通信効率と運用性の課題は解決できない。すなわち、一般に移動体衛星通信では、無指向アンテナにより通信が行われるため、複数の衛星が配置されている場合は、1移動局の電波が複数の衛星によって中継され、更に中継された電波はCDMAであるために、多数の地上局で無作為に受信・処理されることになる。したがって、地上固定局での回線制御が複雑になり、結果的に回線ルートの利用効率が著しく損なわれることになるからである。

【0018】上記請求項1記載の発明は、CDMAとTDMAの原理を無関係に活用するのではなく、固定局（地上局）、移動局、中継局（中継衛星）からなる通信システムのすべての無線局を、共通の時刻基準で同期、維持して、全ての移動局・固定局間の通信電波の送信タイミングを正確に調整することを動作原理としている。そして、この送信タイミングを受信側に通知して、受信側はこのタイミングから予想される受信タイミングを基準としてスペクトル逆拡散を行うことにより、この時点で受信タイミングを逸脱している通信電波を除去することが可能となっている。これは、擬似雑音系列によってスペクトル拡散された電波は、スペクトル逆拡散コードとして同一の擬似雑音系列を使用しない限り雑音のままであるだけでなく、受信電波の擬似雑音系列の先頭が逆拡散に使用するコードのそれと一致させるような同期化を行わない限り、信号の復調はできないという2つの原理に基づいている。

【0019】そして、上述の原理を適用して請求項1記載の発明のように構成することにより、個々の移動局は前記移動局受信タイミングを定めるだけで複数の固定局が送信する通信電波の中から特定の固定局通信電波を容易に選択できる受信・処理手段と、前記移動局送信タイミングを定めることにより複数の中継局及び複数の固定局の中から特定の固定局及び中継局を容易に選択できる送信・処理手段とを有する双方向移動体通信システムの実現が可能になると共に、個々の固定局は固定局受信タイミングを指定するだけで混合電波の中から特定の移動局通信電波を選択し、且つ受信・処理及び他の通信網との結合作業の負荷を低減すると共に、固定局送信タイミングを個々の固定局に関して定めることにより、移動局側での電波干渉を低減することが可能となる。

【0020】すなわち、従来の移動体通信方式は、無線電話などのように一旦通信回線が接続されると数分間連続して使用される通信に適した方式であり、少量のデータを効率よく伝送する通信方式ではなく、また中継局として複数の衛星が存在するような移動体衛星通信に適した回線接続方式ではなかったが、請求項1記載の発明においては、まず固定局・移動局間の時刻同期と固定局側の送受信タイミングの設定を行い、つぎに移動局側に通報される固定局送受信タイミングのどれかを選択して、これに基づく送受信を行うことにより、移動局は通信の相手局を選択することができる。そして、このような通信システムでは質問（ポーリング）電波等の送信が不要となり、通信回線の利用効率が向上するだけでなく、適切な受信タイミングを増加させるだけで、通信電波の混信確率を低減することができる。

【0021】請求項1記載の発明の最も効果的な利用分野としては、衛星を利用した移動体データ通信の分野があり、データ通信は情報の伝送量が通常、音声通信の数百倍となる点で効率的である。したがって、限りある資

源としての電波を有効に利用することになるだけでなく、請求項1記載の発明における衛星通信回線の効率的な利用により、多数のユーザに対して低コストの双方向メッセージ通信手段を提供することができる。そして、将来、衛星や地上局の通信設備及び移動端末装置のコストが適切なレベルにまで低減できれば、請求項1記載の発明に係る時刻同期型通信システムは、ポケットベルに代わる広域対応の双方向ポケットベルのサービスを提供する衛星通信事業として実現する可能性がある。

【0022】請求項2記載の発明は、請求項1記載の時刻同期型通信システムにおいて、前記固定局又は移動局の通信電波を中継する前記中継局を省略し、前記移動局・固定局間の電波伝搬時間を移動局・固定局間直線距離のみにより定めて、前記移動局と固定局との間の双方向通信を行うように構成したことを特徴とするものである。

【0023】限られた領域での移動体通信では、中継局が不要な場合があり、この場合は、中継局の機能は固定局に吸収され、固定局・中継局間距離は零と見なせばよい。請求項2記載の発明は、このような態様における時刻同期型通信システムの構成を示すもので、中継局を省略しながら請求項1記載の発明と同等の機能をもたせることができる。

【0024】請求項3記載の発明は、請求項1記載の時刻同期型通信システムにおいて、前記中継局は、前記共通時刻基準に正確に同期して自己の時刻基準を維持する時刻基準同期維持手段と、自己の時刻基準に同期して測距電波を送信することの可能な測距電波送信・処理手段を有し、前記固定局は、前記時刻基準同期維持手段に換えて、複数の中継局からの前記測距電波を受信して前記中継局・固定局間距離の測定と時刻基準の同期化を行う測距・時刻基準同期維持手段を有し、前記移動局は、前記時刻基準同期維持手段に換えて、複数の中継局からの前記測距電波を受信して前記中継局・移動局間距離の測定と時刻基準の同期化を行う測距・時刻基準同期維持手段を有し、前記固定局及び移動局は自立測距・時刻同期機能を具備していることを特徴とするものである。

【0025】このように、中継局に時刻基準同期維持手段と測距電波送信・処理手段とを設け、移動局及び固定局に測距・時刻基準同期維持手段を設けることにより、請求項1記載の発明における通信システムの機能を強化することができるばかりでなく、次のような測位支援システムとしての補完的機能を生成させることができる。すなわち、① 通常、時刻同期型通信システムでは、時刻基準の同期偏差は移動局・固定局間の双方向通信によって測定され、移動局・中継局間距離はGPS測距電波の伝搬時間から求められるが、中継局もGPS衛星に同期した測距電波を送信することにより、受信可能なGPS衛星が減少した際に測距電波源として補完的役割を果たすことができる。② GPS衛星、中継局（中継衛

星）を含めて測距電波を送信できる衛星を4基以上に増加させることにより、GPS測位方式と同じ原理（非同同期型測位）に基づき、移動局の位置及び時刻同期偏差が同時に測定でき、この場合は、移動局・固定局間の双方向通信は不要となる。③ このような中継局（中継衛星）の数を更に増加させることにより、GPSに依存しない測位通信複合システムの構築も可能となる。④ また中継局から測距電波を送信することにより、中継局の精密軌道決定が容易になる。

【0026】

【発明の実施の形態】次に、実施の形態について説明する。図1は、本発明に係る時刻同期型通信システムの実施の形態の全体構成を示すブロック構成図であり、図2は、特定の通信リンクに注目して、時刻同期型通信システムを達成するための単一の固定局・中継局及び移動局の内部構成を示すブロック構成図である。図1において、100は多数の固定局101及び固定主局102からなる固定局群、103Aは多数の移動局103からなる移動局群、104Aは多数の中継局（衛星）104からなる中継衛星群、105Aは多数のGPS衛星105からなる測距衛星群、106は地上通信回線網である。

【0027】中継局（衛星）104は固定局101、移動局103からの電波110、111を中継して、移動局103、固定局101に電波112、109を送信する中継器（トランスポンダ）を搭載している。中継局104の軌道要素は、衛星追跡管制網により正確に決定されており、常に移動局103に放送されている。また、GPS衛星105の測距電波114と類似した測距電波113を送信して、中継局・移動局間距離の測定と中継局104を介した固定局・移動局間の時刻基準の同期化が容易に行えるように配慮されている。このような測位と時刻同期のために、すべての中継局104から送信される測距電波113は同期しており、通常、移動局103は複数の中継局104からの同期した測距電波113を同時に受信・処理するようになっている。

【0028】しかし、中継局104の軌道要素が通報され、GPS等の他の測位手段により移動局103の位置測定が可能であり、且つ固定局101及び移動局103の時刻基準を、例えばGPS時刻基準に同期化できる場合は、上記中継局104からの測距電波113を送信することは必須の条件ではない。このように中継局からの測距電波の送信を行わない構成は、請求項1記載の発明に対応する通信システムの構成となる。

【0029】また、限られた領域での移動体通信では中継局104が不要な場合がある。この場合、中継局104の機能は固定局101に吸収され、固定局・中継局間距離は零と見なせばよい。この構成は請求項2記載の発明に対応する通信システムの構成となる。

【0030】図2は、特定の通信リンクに注目して、時刻同期型通信システムを達成するための単一の固定局、中継局及び移動局に必要な基本的な構成要素と、それら

の機能的な関係を示す図である。固定局101は測距・時刻同期維持手段200で維持されている時刻基準に基づき、受信・処理手段201及び送信・処理手段202を用いて移動局103との双方向通信を行う。この通信データは通信データ処理管理手段203により地上の通信回路網106に接続される。移動局103は測距・時刻基準同期維持手段207で維持されている時刻基準に基づき、受信・処理手段209及び送信・処理手段208を用いて、固定局101との双方向通信を行う。この通信データは通信データ処理管理手段210により移動局103の通信データ入出力装置に接続される。中継局104は、時刻基準同期維持手段205及び測距電波送信・処理手段204により、固定主局102との時刻基準の同期維持、移動局103への測距電波113の提供を行う。また、電波中継手段206を用いて、固定局及び移動局双方の電波110, 111を中継して、双方に対して通信電波109, 112を送信するようになっている。

【0031】ところで、本発明の前提となっている各無

$$t_u + t_c = (P_b + P_u) / c \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$t_b - t_c = (P_b + P_u) / c \quad \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 P_b 及び P_u はそれぞれ固定局・中継局間及び中継局・移動局間の実レンジ、 t_c は移動局・固定局間

$$t_c = (t_b - t_u) / 2 \quad \dots \dots \dots (3)$$

よって、双方で測定した擬似伝搬時間 t_u , t_b を双方に通報し合うことにより、双方で時刻オフセット t_c を求めることができる。

【0032】また本発明に係る時刻同期型通信システムは、通信手段としてだけでなく測位手段として利用することができるが、このような測位と通信の機能を複合した衛星システムは既に公知の技術であり、したがってこれに関する詳細な説明は省略する。

【0033】固定局（地上局）101は、その位置が正確に測定された通信制御局であり、移動局103へのデータの送信、移動局103からのデータの受信を行うと共に、必要な場合は地上の通信回線網106とのデータの授受と回線接続制御を行うものである。移動局103へのデータ送信には、固定局101が通信電波を送受信処理する送受信タイミングや、特定の移動局103の通信電波を受信・処理したことを移動局103に通報するための通信も含まれる。

【0034】本発明に係る通信システムを構成する各無線局の前記共通時刻基準の源であり、且つ固定局や中継局の位置の基準となる特定の固定局を固定主局102と定義することができる。中継局104の時刻基準は、固定主局・中継局間の通信電波107及び108を用いて、固定主局102の時刻基準に同期化される。通信電波107は測距電波113と共用してもよい。固定主局102の通信電波108は、特に無線局間相互の時刻基準の同期化のために使用するものとしたが、一般の固定局101の通信電波110と同等であるとすれば、固定主局102には極めて高安定

線局（固定局、中継局、移動局）間の時刻同期の方法には、GPSの測位原理に基づく方法、即ち位置が既知の複数の電波源から同期して送信される測距電波の到達時間差から移動局の位置及び時刻オフセット（偏差）を算出する方法や、無線局間での電波の送受信による無線局間距離及び時刻オフセットを算出する方法等がある。これらは既に公知の技術であるが、後者について簡単に説明する。図3は移動局と固定局間の時刻同期化の原理を概念的に示す図で、いま、中継局（衛星）の時刻基準は固定局によって管理され、それぞれのクロックが同期しているものとし、固定局と移動局の時刻基準を同期させる場合について説明する。図3において、固定局及び移動局からそれぞれの時刻基準に同期して送信された測距電波が中継局（衛星）を中継して双方で受信されるものとすれば、移動局及び固定局では測距電波の擬似伝搬時間 t_u 及び t_b が測定され、次式（1）、（2）の関係式が求められる。

時刻オフセットである。上記（1）、（2）式より次式（3）が得られる。

なクロックを設置することを除けば、一般の固定局101とその構成は変わらない。この場合、固定局101は通信回線が成立するあらゆる固定局間、中継局間で時刻基準の同期化が可能であると共に、一つの中継局104の測距電波を複数の固定局101で受信して中継局104の時々刻々の位置を決定することができる。また、この固定主局102は本発明に係る通信システム全体の管制、回線割り当て等を行って、通信効率を高めるために運用することもできる。

【0035】移動局103は、固定局101から送信された電波112を受信すると共に、中継局104又はGPS衛星105から送信された電波113又は114を受信して、自己の位置を正確に測定し、固定局101に対して正確なタイミングで通信電波111を送信するものである。また、固定局101が通報する固定局送信タイミングを知って、特定の固定局101の通信電波のみを受信・処理することもできる。

【0036】固定局・移動局間通信における電波伝搬遅延時間 ΔT_1 は、中継局・移動局間距離を R 、固定局・中継局間距離を L とすれば、 $\Delta T_1 = (R + L) / c$ より求められる。但し、 c は光速である。したがって、 R 及び L が既知で固定局101と移動局103との時刻基準が同期しており、且つ送信タイミングが定まっておれば、電波到達時刻は推定可能であるから、このタイミングに合わせてスペクトル逆拡散することにより、特定の送信相手を選択した受信・処理が行えることになる。

【0037】このような共通時刻基準に基づく時刻同期

型の通信方式では、ホスト側である固定局101が送信と受信のタイミングをゲスト側である移動局103に数値データとして通報し、移動局側はこれにより定められる送信タイミングに合わせて送信するだけで、通信回線の接続が成立する。このタイミングが一定時間間隔毎に存在すると見なせば、この時間間隔を時間スロットと見なして、TDMAで使用することができる。しかし、多数の移動局103からの通信においては、複数の移動局103によって同一のタイミングが選択され、回線の輻輳することが予想される。この問題は、移動局103が上記タイミングを例えば1秒間隔で使用したり、更に上記タイミングから例えばスペクトル拡散コード1周期の数十分の1の整数倍の遅延を加えた複数のタイミング

(拡張受信タイミング)を固定局から移動局にあらかじめ通知しておき、これらの中から不規則に選択した拡張受信タイミングに同期するように通信電波を送信すれば、同一スペクトル拡散コードが重なって固定局に到達する確率は大幅に低減され、雑音レベルとしては若干の影響はあるものの、通信電波の混信の確率は低減する。

【0038】図4は、一つの擬似雑音系列でスペクトル拡散された複数の電波の先頭が固定局に到達するタイミングを示したものである。スペクトル拡散通信では、受信した電波を変調した擬似雑音系列とスペクトル逆拡散に使用する擬似雑音系列とが同一のものでなければ、元のデータを復調できないことは勿論であるが、同時に受信電波に隠れた擬似雑音系列のエポックが逆拡散の擬似雑音系列のエポックと時間的に一致するように、スペクトル逆拡散コードのタイミングをシフトさせなければならない。したがって、固定局101は図4における受信タイミング301を基準として生成される拡張受信タイミング302の近傍のみのエポックサーチを行うものとすれば、同期パッケージ以外の電波は逆拡散により復調されることはなく、ほとんど雑音として処理される。ここで、拡張受信タイミングとは、スペクトル拡散コード1周期の数十分の1の整数倍の遅延を加えた上述のタイミングであり、このタイミングで受信された電波は、ほとんど相関性がないと見なせるものである。このようにして、上記の如く例えば指定タイミングのみ使用して、その他のタイミングを使用しない固定局101では、指定タイミングを用いて送信した移動局103の電波のみを受信・処理することになる。

【0039】すなわち、1本のCDMA回線は、受信タイミング301で時分割され、各移動局103はこの間の時間スロット300に通信電波が収まるように電波を送信する。回線接続の自由度を高めるために、更に拡張受信タイミング302を設けて、これに同期して到達する同期電波303のみが復調され、これに同期しない非同期電波304は雑音として処理されるような受信処理を行う。拡張受信タイミングの受信タイミングからの遅延時間は、先に述べたように、わずかにスペクトル拡散

コード1周期の数十分の1の整数倍の時間で、且つスペクトル拡散コード1周期以下でよい。

【0040】以上のように、移動局103が特定の固定局101に電波を送信する場合と、移動局103が特定の固定局101の電波のみを受信・処理する場合の時刻同期型通信システムの回線接続方法の原理について説明したが、この通信方式を効率的に実現するためには、移動局側にも比較的安定したクロックが採用されることが望ましい。この場合、移動局側の時刻同期維持動作の頻度を低減することができ、結果的に通信回線利用効率を高めることになる。

【0041】

【発明の効果】以上実施の形態に基づいて説明したように、請求項1記載の発明によれば、固定局・移動局間の時刻同期と固定局側の送受信タイミングの設定を行い、移動局側に通報される固定局送受信タイミングのいずれかを選択して、それに基づいて送受信を行うことにより、移動局は通信の相手局を選択することができ、質問(ポーリング)電波等の送信が不要となり、通信回線の利用効率を向上させることができ、しかも適切な受信タイミングを増加させるだけで、通信電波の混信確率を低減することができる。また、請求項2記載の発明によれば、中継局を省略しながら請求項1記載の発明と同等の機能をもつ時刻同期型通信システムを実現することができ、また、請求項3記載の発明によれば、中継局に時刻基準同期維持手段と測距電波送信・処理手段を設け、移動局及び固定局に測距・時刻基準同期維持手段を設けているので、請求項1記載の発明における通信システムの機能を強化することができるばかりでなく、測位支援システムとして補完機能を生成させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る時刻同期型通信システムの実施の形態の全体構成を示すブロック構成図である。

【図2】図1に示した実施の形態において、特定の通信リンクを構成する単一の固定局、中継局及び移動局における必要な基本的な構成要素と、それらの機能的な関係を示す図である。

【図3】移動局と固定局間の時刻同期化の原理を示す概念図である。

【図4】図1に示した実施の形態において、同一コードを使用する複数の移動局の通信電波の先頭が固定局に到達するタイミングを示す図である。

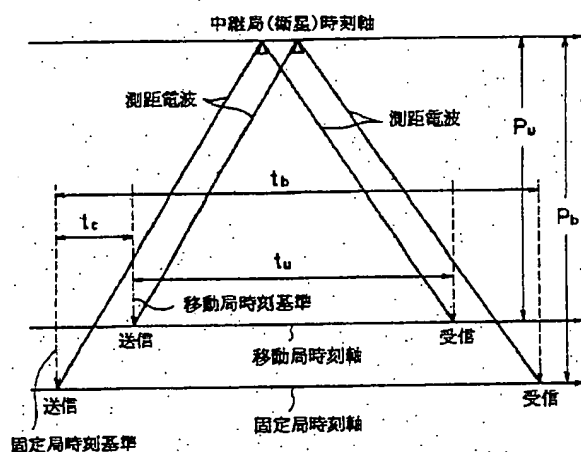
【符号の説明】

- 100 固定局群
- 101 固定局
- 102 固定主局
- 103 移動局
- 103A 移動局群
- 104 中継局
- 104A 中継衛星群

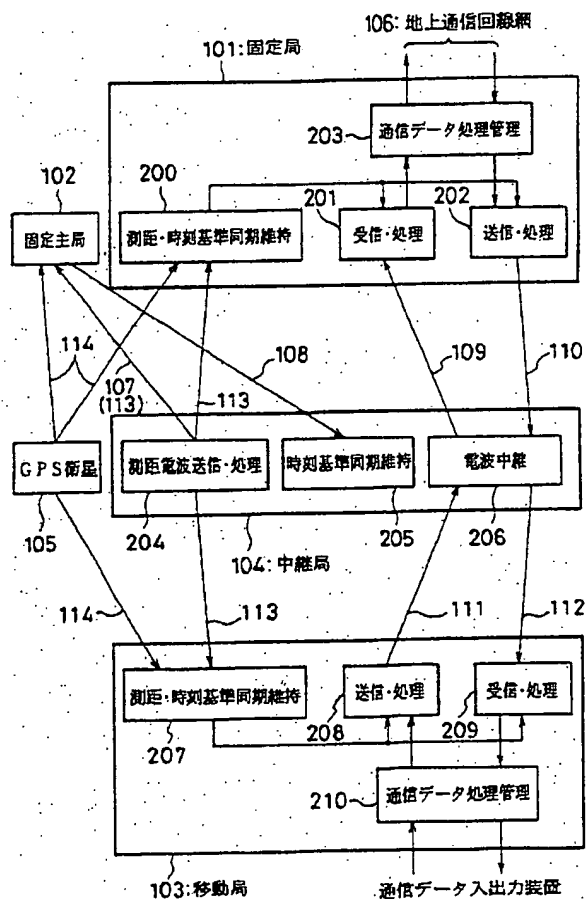
- 105 GPS衛星
- 105A 測距衛星群
- 106 地上通信回路網
- 107 中継局送信電波
- 108 固定主局送信電波
- 109 固定局受信電波
- 110 固定局送信電波
- 111 移動局送信電波
- 112 移動局受信電波
- 113 中継局測距電波
- 114 GPS測距電波
- 200 固定局測距・時刻基準同期維持手段
- 201 固定局受信・処理手段
- 202 固定局送信・処理手段

- 203 固定局通信データ処理管理手段
- 204 中継局測距電波送信・処理手段
- 205 中継局時刻基準同期維持手段
- 206 中継局電波中継手段
- 207 移動局測距・時刻基準同期維持手段
- 208 移動局送信・処理手段
- 209 移動局受信・処理手段
- 210 移動局通信データ処理管理手段
- 300 TDMA方式の時間スロット
- 301 受信タイミング
- 302 拡張受信タイミング
- 303 同期電波
- 304 非同期電波

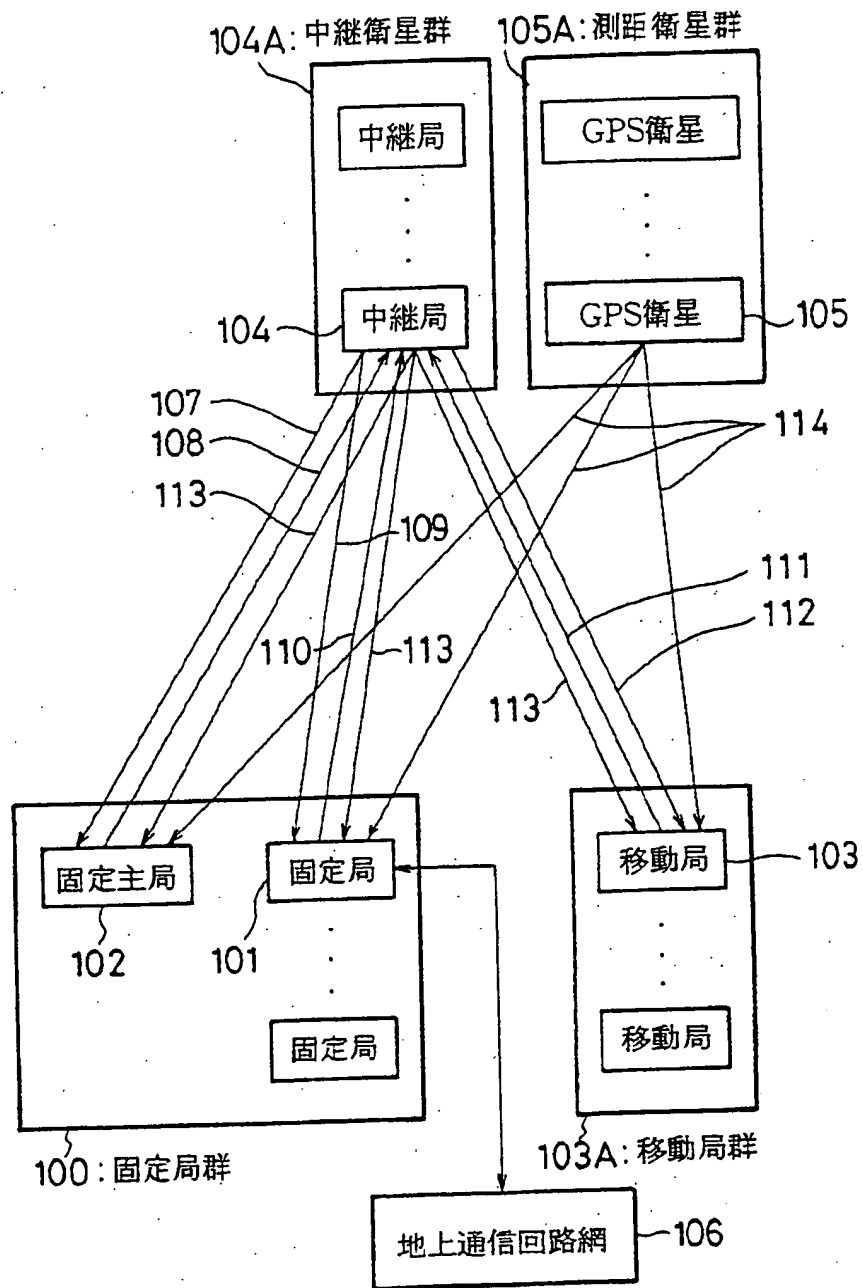
【図3】



【図2】



【図 1】



【図 4】

